

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

Toshiya UEMURA

Serial No.: 10/625,895

Group Art Unit:

Not Yet Assigned

Filing Date: July 24, 2003

Examiner:

Not Yet Assigned

For: LIGHT EMITTING APPARATUS

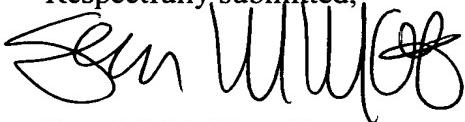
Honorable Commissioner of Patents
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Application Numbers 2002-217334 and 2003-158401 filed on July 25, 2002 and June 3, 2003 , upon which applications the claim for priority is based.

Respectfully submitted,



Sean M. McGinn, Esq.
Registration No. 34,386

Date: 10/27/03
McGinn & Gibb, PLLC
Intellectual Property Law
8321 Courthouse Road, Suite 200
Vienna, VA 22182-3817
(703) 761-4100
Customer No. 21254

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月25日

出願番号

Application Number:

特願2002-217334

[ST.10/C]:

[JP2002-217334]

出願人

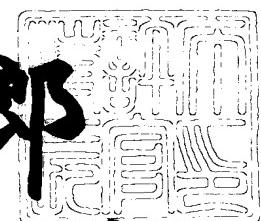
Applicant(s):

豊田合成株式会社

2003年 5月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3034190

【書類名】 特許願
【整理番号】 PTG02181
【提出日】 平成14年 7月25日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 33/00
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
【氏名】 上村 俊也
【特許出願人】
【識別番号】 000241463
【氏名又は名称】 豊田合成株式会社
【代理人】
【識別番号】 100071526
【弁理士】
【氏名又は名称】 平田 忠雄
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 038070
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0100273
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化物半導体から成る発光素子と、この発光素子で発光された光を吸収し、この吸収した光と異なる波長の光を発光する蛍光体とを有して成る発光装置において、

前記発光素子で発光された光を反射して集光する第1の反射鏡と、

前記集光位置に透光穴を有する板状を成し、前記第1の反射鏡との対向面が光吸收面、この裏面が光反射面とされた第2の反射鏡と、

前記透光穴を透過した光の一部が照射される透光性樹脂の特定領域に、前記蛍光体を密集させた蛍光体層と

を備えたことを特徴とする発光装置。

【請求項2】 前記第1の反射鏡は、光を集光する凹面が環状を成し、前記第2の反射鏡の透光穴は、前記環状の凹面で反射された光が環状に集光する形状を成す

ことを特徴とする請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】 窒化物半導体から成る発光素子と、この発光素子で発光された光を吸収し、この吸収した光と異なる波長の光を発光する蛍光体とを有して成る発光装置において、

前記発光素子で発光された光を反射する第1の反射鏡と、

前記第1の反射鏡で反射された光を集光するレンズと、

前記集光位置に透光穴を有する板状を成し、前記レンズとの対向面が光吸收面、この裏面が光反射面とされた第2の反射鏡と、

前記透光穴を透過した光の一部が照射される透光性樹脂の特定領域に、前記蛍光体を密集させた蛍光体層と

を備えたことを特徴とする発光装置。

【請求項4】 前記蛍光体層の光照射方向の厚みを変える

ことを特徴とする請求項1または3に記載の発光装置。

【請求項5】 前記蛍光体層における蛍光体の密度を変える

ことを特徴とする請求項1または3に記載の発光装置。

【請求項6】 窒化物半導体から成る発光素子と、この発光素子で発光された光を吸収し、この吸収した光と異なる波長の光を発光する蛍光体とを有して成る発光装置において、

前記発光素子から発光された光を、発光観測面側に投射されるように集光する集光部材と、

前記蛍光体を、前記集光部材によって集光された集光光束領域に位置させるようモールド形成した透光性樹脂と、

前記蛍光体によって散乱した光を、前記発光観測面側へ反射させる反射鏡とを備えたことを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光素子と蛍光体を有して発光する発光装置に関し、例えばLEDディスプレイ、バックライト装置、信号機、照光式スイッチ、各種センサ、各種インジケータ等に適用される発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般的に発光装置に用いられる発光素子としては、無機LED(Light Emitting Diode)、有機LED、レーザーダイオード、無機厚膜エレクトロルミネンスシートまたは無機薄膜エレクトロルミネンス部品等が上げられる。LEDはとりわけ、寿命が長い、場所をとらない、衝撃に強い、さらに狭いスペクトルバンドで発光するという特徴で際立っている。

【0003】

多数の発光色、特別に広いスペクトルバンドの多数の発光色は、LEDにおける活性半導体材料の固有の発光では、実現不可能であるか、非効率にしか実現することができない。とりわけこのことは、白色の発光を得る場合にあてはまる。

【0004】

公知技術水準によれば、半導体では本来実現することができない発光色は、波

長変換技術によって得られる。この波長変換技術は、本質的に次の原理に基づいている。すなわち、少なくとも1つの蛍光体をLEDの上に配置し、その蛍光体によって、LEDが発光した光のを吸収し、この吸収した光の波長と異なる波長の光を発光するものである。言い換えれば、LEDで発光された光を吸収し、その後にフォトルミネセンス光を別の発光色で放射する。

【0005】

このような原理で、例えば白色を発光する発光装置として、発光素子である青色LEDで発光された光を、YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体）系の蛍光体で、波長変換して発光するLEDランプが知られている。このLEDランプでは、青色LEDからの青色光が蛍光体で気黄色光に波長変換され、この黄色光と青色光とが混じって白色光に見える。但し、蛍光体は、青色LEDを封止するエポキシ樹脂又はシリコーン樹脂中に混入され、青色LEDの周囲に配置されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の発光装置においては、蛍光体からの励起光及び発光素子で発光された光が、蛍光体によって散乱され、発光装置の発光観測面側に充分に出射されない。特に、散乱によって発光素子側に戻ってきた光は、発光素子では効率よく発光観測面側へは反射されないので、発光効率が低いという問題があった。

【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、発光効率を向上させることができる発光装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の発光装置は、窒化物半導体から成る発光素子と、この発光素子で発光された光を吸収し、この吸収した光と異なる波長の光を発光する蛍光体とを有して成る発光装置において、前記発光素子で発光された光を反射して集光する第1の反射鏡と、前記集光位置に透光穴を有する板状を成し、前記第1の反射鏡との対向面が光吸收面、この裏面が光反射面とされた第

2の反射鏡と、前記透光穴を透過した光の一部が照射される透光性樹脂の特定領域に、前記蛍光体を密集させた蛍光体層とを備えたことを特徴としている。

【0009】

また、前記第1の反射鏡は、光を集光する凹面が環状を成し、前記第2の反射鏡の透光穴は、前記環状の凹面で反射された光が環状に集光する形状を成すことを特徴としている。

【0010】

また、本発明の発光装置は、窒化物半導体から成る発光素子と、この発光素子で発光された光を吸収し、この吸収した光と異なる波長の光を発光する蛍光体とを有して成る発光装置において、前記発光素子で発光された光を反射する第1の反射鏡と、前記第1の反射鏡で反射された光を集光するレンズと、前記集光位置に透光穴を有する板状を成し、前記レンズとの対向面が光吸収面、この裏面が光反射面とされた第2の反射鏡と、前記透光穴を透過した光の一部が照射される透光性樹脂の特定領域に、前記蛍光体を密集させた蛍光体層とを備えたことを特徴としている。

【0011】

また、前記蛍光体層の光照射方向の厚みを変えることを特徴としている。

【0012】

また、前記蛍光体層における蛍光体の密度を変えることを特徴としている。

また、本発明の発光装置は、窒化物半導体から成る発光素子と、この発光素子で発光された光を吸収し、この吸収した光と異なる波長の光を発光する蛍光体とを有して成る発光装置において、前記発光素子から発光された光を、発光観測面側に投射されるように集光する集光部材と、前記蛍光体を、前記集光部材によって集光された集光光束領域に位置させるようにモールド形成した透光性樹脂と、記蛍光体によって散乱した光を、前記発光観測面側へ反射させる反射鏡とを備えたことを特徴としている。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0014】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係るLEDランプの構成を示す断面図、図2は、概略平面透視図である。

【0015】

この図1に示すLEDランプ10は、発光素子から発光された光を蛍光体で波長変換してレンズ型の樹脂封止体外部に出射する所謂レンズタイプのものであり、第1のリフレクタ(反射鏡)12と、黒色の円形平板14の上面に設けられた第2のリフレクタ16と、この第2のリフレクタ16の上方に蛍光体18が環状に密集された蛍光体層18aと、円形平板14の下面に設けられた一対のリードフレーム210, 21と、一方のリードフレーム210の表面にマウント23によって固定された青色LED25と、この青色LED25とリードフレーム210, 21とを接続するボンディングワイヤ27, 28と、ランプのほぼ全体を封止するレンズ型の透光性樹脂30とを備えて構成されている。

【0016】

このような構成要素のうち、第1のリフレクタ12は、断面が半円状の凹部が環状を成す反射面を有し、この反射面の環状中心部に盛り上がった円錐の頂点11の直上に、青色LED25が配置されている。青色LED25から出射された光は、波線矢印32, 33で示すように、第1のリフレクタ12の反射面で、円形平板14の所定位置に焦点を結ぶように反射される。

【0017】

第1のリフレクタ12の反射面は、断面が半円状の凹部が環状を成すカップ部材の表面に、アルミニウム蒸着等によって反射膜を形成したものである。第2のリフレクタ16は、同様に反射膜を形成するが、アルミニウム板を円形平板14に貼り合わせる等の手法で形成してもよい。但し、第1及び第2のリフレクタ12, 16に形成された反射膜は、350～780nmの波長の光を反射する膜が好ましい。

【0018】

円形平板14及び第2のリフレクタ16には、反射光の焦点位置に環状の透光

穴35が設けられており、この透光穴35を反射光が波線矢印32、33で示すように透過し、この透過光が蛍光体層18aに照射されるようになっている。また、透過光の一部は、蛍光体層18aに照射されず、そのまま透光性樹脂30を透過する。なお、透光穴35には透光性樹脂30が充填されている。

【0019】

つまり、蛍光体層18aは、第1のリフレクタ12での反射光の焦点位置に設けられた透光穴35の直上で、且つ所定量の青色光が照射される位置に配置されている。

【0020】

蛍光体層18aを形成する場合、LEDランプ10の上半分位に該当する砲弾型のエポキシ樹脂又はシリコーン樹脂部材の円形平面所定位置に、予め定められた幅の環状の凹溝を形成し、この環状凹溝に、蛍光体18を混入した同樹脂を流し込んで形成する。この形成後に、LEDランプ10の下部分を組み合わせる。この他、蛍光体層18aは、透光性樹脂に、蛍光体18を印刷や塗布することによっても形成可能である。なお、蛍光体層18aは、その厚みや蛍光体18の密度を変えることによって、励起光と直接光（青色光）との割合が変わるので、出励起光の色を変えることが可能である。

【0021】

青色LED25は、リードフレーム20の上面に、銀フィラ含有エポキシ樹脂ペースト等によるマウント23で固着されており、p電極とリードフレーム20が、金製のボンディングワイヤ27により接続され、n電極とリードフレーム21が、金製のボンディングワイヤ28により接続されている。また、青色LED25は、透光性樹脂30で封止固定されている。

【0022】

透光性樹脂30には、固化後に透明となるシリコーン樹脂又はエポキシ樹脂を用いる。なお、透光性樹脂30として使用されるシリコーン樹脂又はエポキシ樹脂の代わりに低融点ガラスを用いてもよい。低融点ガラスは、耐湿性に優れるとともに青色LED25に有害なイオンの侵入を阻止することができる。更に、青色LED25からの発光を吸収せずにそのまま透過できるため、吸収分を見込

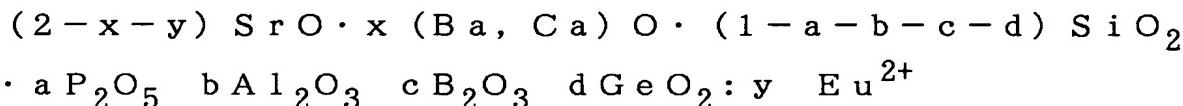
で強く発光させる必要がない。

【0023】

また、蛍光体18は、青色LED25が発光した光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光するものであり、ユウロピウムで活性化されたアルカリ土類金属珪酸塩からなる。

【0024】

蛍光体18が、式：

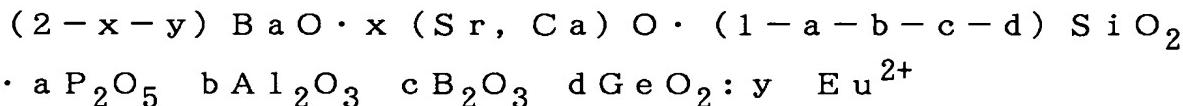


(式中、 $0 < x < 1.6$,

$0.005 < y < 0.5$,

$0 < a, b, c, d < 0.5$ である)

で示される2価のユウロピウムで活性化されたアルカリ土類金属オルト珪酸塩および／または



(式中、 $0.01 < x < 1.6$,

$0.005 < y < 0.5$,

$0 < a, b, c, d < 0.5$ である)

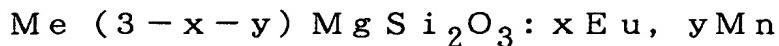
で示されるアルカリ土類金属オルト珪酸塩でもよい。この場合、有利にa、b、cおよびdの値のうちの少なくとも1つが0.01より大きい。

【0025】

すなわち、珪酸バリウムの代りに珪酸ストロンチウムまたは珪酸バリウムと珪酸ストロンチウムオルト珪酸塩の混合形が使用される場合に、放射される光の波長が長くなることが意外にも見いだされた。珪素の部分のゲルマニウムによる置換ならびに付加的に存在する P_2O_5 、 Al_2O_3 および／または B_2O_3 も発光スペクトルへの影響を有し、その結果、該発光スペクトルは、それぞれの使用の場合について最適に調整することができる。

【0026】

有利にLEDランプ10は、2価のユウロピウムおよび／またはマンガンで活性化されたアルカリ土類金属アルミニン酸塩の群からの別の蛍光体および／または、Y(V, P, Si)O₄:Euまたは次式：



(式中、

$$0.005 < x < 0.5,$$

$$0.005 < y < 0.5,$$

MeはBaおよび／またはSrおよび／またはCaを表す)

で示されるアルカリ土類金属-マグネシウム-二珪酸塩：Eu²⁺, Mn²⁺の群からのさらに別の赤く発光する蛍光体を有している。

【0027】

さらに、少量の1価のイオン、特にハロゲン化物、が蛍光体格子の中に組み込まれている場合が、結晶化度および放射率について有利であることが見いだされた。

【0028】

第1のスペクトル領域が300から500nmである場合は、有利である。この波長領域で、本発明による蛍光体18は、良好に励起されることができる。さらに、第2のスペクトル領域が430nmから650nmである場合は、有利である。この場合には合わせて、比較的純粋な白色が得られる。

【0029】

また、蛍光体18の製造の重要な工程を説明する。

【0030】

珪酸塩蛍光体の製造のために、選択した組成に応じて出発物質アルカリ土類金属炭酸塩、二酸化珪素ならびに酸化ユウロピウムの化学量論的量を密に混合し、かつ、蛍光体の製造に常用の固体反応で、還元性雰囲気下で、温度1100°Cおよび1400°Cで所望の蛍光体に変換する。この際、結晶化度にとって、反応混合物に少ない割合で、有利に0.2モル未満の割合で塩化アンモニウムまたは他のハロゲン化物を添加することは、有利である。必要に応じて珪素の一部をゲルマニウム、ホウ素、アルミニウム、リンで置換することもできるし、ユウロピウ

ムの一部をマンガンで置換することもでき、このことは、熱により酸化物に分解する上記元素の化合物の相応量の添加によって行なわれる。この場合には反応条件の範囲は、維持される。

【0031】

得られた珪酸塩は、波長510 nmから600 nmで放射し、かつ110 nmまでの半値幅を有する。

【0032】

上記の群からの蛍光体の1つまたは上記の群から組み合わせた蛍光体の使用によって、あるいは、2価のユウロピウムおよび／またはマンガンで活性化されたアルカリ土類金属アルミニン酸塩および、 $\text{Y}(\text{V}, \text{P}, \text{Si})\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ の群からのさらに別の赤く発光する蛍光体、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}^{3+}$ 、蛍光体の群からの常用の蛍光体との組合せによって、定義された色温度を有する発光色および高い色再現性を得ることができ、このことは、次の実施例で示されているとおりである。

$T = 2778 \text{ K} (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1.4}\text{Ba}_{0.6}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}) ; x = 0.4619, y = 0.4247, Ra = 72,$

$T = 2950 \text{ K} (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1.4}\text{Ba}_{0.6}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}) ; x = 0.4380, y = 0.4004, Ra = 73,$

$T = 3497 \text{ K} (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1.6}\text{Ba}_{0.4}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}) ; x = 0.4086, y = 0.3996, Ra = 74,$

$T = 4183 \text{ K} (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1.9}\text{Ba}_{0.08}\text{Ca}_{0.02}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}) ; x = 0.3762, y = 0.3873, Ra = 75,$

$T = 6624 \text{ K} (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1.9}\text{Ba}_{0.02}\text{Ca}_{0.08}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}) ; x = 0.3101, y = 0.3306, Ra = 76,$

$T = 6385 \text{ K} (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1.6}\text{Ba}_{0.4}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+} + \text{Sr}_{0.4}\text{Ba}_{1.6}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}) ; x = 0.3135, y = 0.3397, Ra = 82,$

$T = 4216 \text{ K} (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1.9}\text{Ba}_{0.08}\text{Ca}_{0.02}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}) ; x = 0.3710, y = 0.3696, Ra = 82,$

$T = 3954 \text{ K} (464 \text{ nm} + \text{Sr}_{1.6}\text{Ba}_{0.4}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+} + \text{Sr}_{0.4}\text{Ba}_{1.6}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+} + \text{YVO}_4 : \text{Eu}^{3+}) ; x = 0.3756, y = 0.3816, Ra = 82,$

a = 84、

T = 6489K (464nm + Sr_{1.6}Ba_{0.4}SiO₄: Eu²⁺ + Sr_{0.4}Ba_{1.6}SiO₄: Eu²⁺ + アルミニン酸バリウムマグネシウム: Eu²⁺) ; x = 0.315、

y = 0.3390、Ra = 66、

T = 5097K (464nm + Sr_{1.6}Ba_{0.4}(Si_{0.08}B_{0.02})O₄: Eu²⁺ + Sr_{0.6}Ba_{1.4}SiO₄: Eu²⁺) ; x = 0.3423, y = 0.3485, Ra = 82、

T = 5084K (464nm + Sr_{1.6}Ba_{0.4}(Si_{0.08}B_{0.02})O₄: Eu²⁺ +

Sr_{0.6}Ba_{1.4}SiO₄: Eu²⁺ + アルミニン酸ストロンチウムマグネシウム: Eu²⁺) ; x = 0.3430, y = 0.3531, Ra = 83、

T = 3369K (464nm + Sr_{1.4}Ba_{0.6}Si_{0.95}Ge_{0.05}O₄: Eu²⁺) ;

x = 0.4134, y = 0.3959, Ra = 74、

T = 2787K (466nm + Sr_{1.4}Ba_{0.6}Si_{0.98}P_{0.02}O_{4.01}: Eu²⁺) ;

x = 0.4630, y = 0.4280, Ra = 72、

T = 2913K (464nm + Sr_{1.4}Ba_{0.6}Si_{0.98}Al_{0.02}O₄: Eu²⁺) ;

x = 0.4425, y = 0.4050, Ra = 73。

【0033】

次に、LEDランプ10のマウント23について説明する。マウント23には、扱いやすさからエポキシ樹脂等の種々の樹脂が用いることができる。マウント23に用いられる樹脂は接着性を有すると共に、極めて小さい青色LED25の側面にマウント23がせり上がっても側面で各層間がショートしないよう絶縁性を有する樹脂が好ましい。

【0034】

また、マウント23にAg等の無機材料を含有させた樹脂を用いることができ

る。高輝度のLEDランプ10を長時間使用すると、マウント23や透光性樹脂30には、エポキシ樹脂等の樹脂が用いられているため、青色LED25極近傍の合成樹脂でできたマウント23や透光性樹脂30が、茶色や黒色に着色され劣化し、発光効率が低下する。特に、青色LED25近傍のマウント23の着色が発光効率を大きく低下させる。マウント23は、青色LED25からの光による耐候性だけでなく接着性、密着性等も要求されるが、この光による樹脂の劣化は、マウント23にAg等の無機材料を含有させた樹脂を用いることで解消できる。

【0035】

更に、マウント23は、Ag含有のエポキシ樹脂の他に、無機材料を含有させた有機樹脂としてシリコーン樹脂を用いることもできる。マウント23中の無機材料は、樹脂との密着性が良好で、青色LED25からの光によって劣化しないことが必要である。そのため、無機材料としては、銀、金、アルミニウム、銅、アルミナ、シリカ、酸化チタン、窒化硼素、酸化錫、酸化亜鉛、ITOから1種以上を選択して樹脂に含有させる。特に、銀、金、アルミニウム、銅等は、放熱性を向上させ、導電性を有するので導電性を期待する半導体装置に適用することができる。

【0036】

また、アルミナ、シリカ、酸化チタン、窒化硼素等は耐候性に強く高反射率を維持させることができる。無機材料は分散性や電気的導通などを考慮してその形状を球状、針状やフレーク状等種々の形状にすることができる。マウント23の樹脂中の無機材料含有量は、放熱性や電気伝導性など種々に調節することができる。しかし、樹脂中の無機材料含有量を多くすると樹脂の劣化が少ないが、密着性が低下するため、5重量%以上から80重量%以下とするが、さらに60重量%以上から80重量%以下とすればより最適に樹脂の劣化を防止することができる。

【0037】

このようにマウント23に、青色LED25が発光した光によって劣化しにくいAg等の無機材料を含有されることにより、マウント23の樹脂の光による劣

化を抑えることができるため、劣化による着色部位を少なくし発光効率の低下を防ぎ、良好な接着性を得ることができる。

【0038】

これにより高輝度、長時間の使用においても発光効率の低下が極めて少ない高輝度な発光が可能なLEDランプ10を提供することができる。さらに、熱伝導性の良い材料を用いることで青色LED25の特性を安定化させ、色むらを少なくすることもできる。

【0039】

次に、青色LED25の層構成を、図3を参照して説明する。図3に示すように、青色LED25は、透明基板として例えばサファイア基板41を有し、このサファイア基板41上に、MOCVD法等により窒化物半導体層として例えば、バッファ層42、n型コンタクト層43、n型クラッド層44、MQW (multi-quantum well) 活性層45、p型クラッド層46、およびp型コンタクト層47を順次形成し、スパッタリング法、真空蒸着法等により、p型コンタクト層47上の全面に透光性電極50、透光性電極50上的一部分にp電極48、およびn型コンタクト層43上的一部分にn電極49を形成したものである。

【0040】

バッファ層42は、例えば、AlNからなり、n型コンタクト層43は、例えば、GaNからなる。

【0041】

n型クラッド層44は、例えば、Al_yGa_{1-y}N ($0 \leq y < 1$) からなり、p型クラッド層46は、例えば、Al_xGa_{1-x}N ($0 < x < 1$) からなり、p型コンタクト層47は、例えば、Al_zGa_{1-z}N ($0 \leq z < 1$ 、 $z < x$) からなる。また、p型クラッド層46のバンドギャップは、n型クラッド層44のバンドギャップより大きくする。n型クラッド層44およびp型クラッド層46は、単一組成の構成であっても良く、超格子構造となるように、互いに組成が異なる厚み100Å以下の上記の窒化物半導体膜が積層される構成であっても良い。膜厚を100Å以下とすることにより、膜中にクラックや結晶欠陥が発生するのを防ぐことができる。

【0042】

MQW活性層45は、InGaNからなる複数の井戸層と、GaNからなる複数のバリア層とからなる。また、超格子層を構成するように、井戸層およびバリア層の厚みは100Å以下、好ましくは60~70Åにする。InGaNは、結晶の性質が他のAlGaNのようなAlを含む窒化物半導体と比べて柔らかいので、InGaNを活性層45を構成する層に用いることにより、積層した各窒化物半導体層全体にクラックが入り難くなる。

【0043】

なお、MQW活性層45は、InGaNからなる複数の井戸層と、AlGaNからなる複数のバリア層とから構成してもよい。また、AlInGaNからなる複数の井戸層と、AlInGaNからなる複数のバリア層とから構成してもよい。但し、バリア層のバンドギャップエネルギーは、井戸層のバンドギャップエネルギーより大きくする。

【0044】

また、MQW活性層45よりサファイア基板41側、例えば、n型コンタクト層43のバッファ層42側に反射層を形成してもよい。また、反射層は、MQW活性層45が積層されているサファイア基板41の表面と反対側の表面に形成してもよい。反射層は、活性層45からの放出光に対して最大の反射率を有しているものが好ましく、例えば、Alから形成してもよく、GaN系の薄膜の多層膜から形成してもよい。反射層を設けることにより、活性層45からの放出光を反射層で反射でき、活性層45からの放出光の内部吸収を減少させ、上方への出力光を増大させることができ、マウント23への光入射を低減してその光劣化を防止することができる。このような青色LED25の発光波長は、350nm~480nmである。また、青色LED25のピーク発光波長は、例えば、450nmにある。

【0045】

このように構成されたLEDランプ10において、リードフレーム20、21間に電圧を印加すると、青色LED25が450nmの波長の青色光を発光する。この青色光は、第1のリフレクタ12で反射され、波線矢印32、33で示す

ように、円形平板14及び第2のリフレクタ16の透光穴35を透過して、蛍光体層18aに照射され、蛍光体18を励起し、励起された蛍光体18が、560～570nmの黄色光を発光する。この時、青色光の一部は蛍光体18に照射されず、そのまま透光性樹脂30を透過し、この透過過程で励起光と混合される。この混合された光は、透光性樹脂30を透過して外部に漏れ出るが、その混合された光は、人間の目では白色に見え、結果として、LEDランプ10は、白色に発光しているように見える。

【0046】

また、第1のリフレクタ12の反射面で反射される青色光は、反射面が青色LED25に近い程に光密度の高い青色光が反射されることになる。従って、波線矢印32で示す密な反射光が、環状の蛍光体層18aの外周側に照射され、波線矢印33で示す粗な反射光が、蛍光体層18aの内周側に照射される。蛍光体層18aは環状なので、内周側である狭い範囲に粗の光が集まり、外周側である広い範囲に密の光が集まるので、環状全体としては均一な光密度となる。このように光密度が均一で有れば、蛍光体層18aにおける全体の蛍光体18に光が均一に照射されるので、安定した波長変換が行われ、効果的に波長変換を行うことができる。

【0047】

また、蛍光体18の下面で反射（散乱）した光は、第2のリフレクタ16で上方へ反射され、この反射光の一部は、再び蛍光体18に照射（再照射）されるが、環状の蛍光体層18aが存在する領域は、この蛍光体層18aが存在する水平面全体の光透過面積に比べ小さいので、その再照射量は少ない。つまり、第2のリフレクタ16での反射光の多くは、蛍光体層18aを避けて透光性樹脂30を介して外部へ出射される。

【0048】

つまり、従来のように青色LEDの周囲に所定の密度で万遍なく蛍光体が存在するタイプのものに比べ、蛍光体による散乱量を減少させることができるので、発光効率を向上させることができる。

【0049】

また、LEDランプ10は、第1のリフレクタ12で集光された青色光を蛍光体層18aに照射する構造としたので、蛍光体層18aを透光性樹脂30の全体ではなく特定領域に存在させればよく、これによって蛍光体18の使用量を少量とすることができます。

【0050】

(第2の実施の形態)

図4は、本発明の第2の実施の形態に係るLEDランプの構成を示す断面図である。但し、この図4に示す第2の実施の形態において図1の各部に対応する部分には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0051】

この図4に示すLEDランプ60は、所謂レンズタイプのものであり、絶縁性を有するガラスエポキシ樹脂基板62の上下側面に、電気的に絶縁された2つのリードフレーム64, 65が金パターンによって形成され、リードフレーム64, 65上にプラスチック製のカップ形状の第1のリフレクタ67が設けられている。

【0052】

第1のリフレクタ67は、その表面が青色LED25で発光された青色光を、波線矢印71で示すように反射する反射鏡となっている。リードフレーム64, 65は非対称であり、一方のリードフレーム65の上面は、第1のリフレクタ67が形成する空間底部の中央部分まで形成されているが、他方のリードフレーム64は、上記空間の底部に少しだけ露出した状態に形成されている。

【0053】

また、第1のリフレクタ67の上方には、第1のリフレクタ67で反射された青色光を、波線矢印73で示すように所定位置に集光する凹レンズ(集光レンズ)69が配置されている。凹レンズ69の上方には、その集光位置に透光穴75を有する黒色の円形平板77及び第2のリフレクタ79が配置されており、この上方には、円盤状の蛍光体層81が配置され、第1のリフレクタ67上の全ての構成要素がレンズ型の透光性樹脂30で封止されている。

【0054】

第1のリフレクタ67は、カップ部材の表面に、アルミニウム蒸着等によって反射膜を形成したものである。第2のリフレクタ79は、同様に反射膜を形成するか、アルミニウム板を円形平板77に貼り合わせる等の手法で形成したものである。但し、第1及び第2のリフレクタ67, 79に形成された反射膜は、350～780nmの波長の光を反射する膜が好ましい。

【0055】

また、円形平板77及び第2のリフレクタ79に設けられた透光穴75を透過した青色光は、蛍光体層81に照射されるが、その透過光の一部は、蛍光体層81に照射されず、そのまま透光性樹脂30を透過する。なお、透光穴75には透光性樹脂30が充填されている。つまり、蛍光体層81は、凹レンズ69の集光位置に設けられた透光穴75の直上で、且つ所定量の青色光が照射される位置に配置されている。

【0056】

蛍光体層81を形成する場合、LEDランプ60の上半分位に該当する砲弾型のエポキシ樹脂又はシリコーン樹脂部材の円形平面所定位置に、予め定められた直径の凹溝を形成し、この凹溝に、蛍光体18を混入した同樹脂を流し込んで形成する。この形成後に、LEDランプ60の下部分を組み合わせる。この他、蛍光体層81は、透光性樹脂に、蛍光体18を印刷や塗布することによっても形成可能である。なお、蛍光体層81は、その厚みや蛍光体18の密度で励起光の色を変えることが可能である。

【0057】

このように構成されたLEDランプ60において、リードフレーム64, 65間に電圧を印加すると、青色LED25が450nmの波長の青色光を発光する。この青色光は、第1のリフレクタ67で、波線矢印71で示すように反射され、円形平板77及び第2のリフレクタ79の透光穴75を透過して、蛍光体層81に照射され、蛍光体18を励起し、励起された蛍光体18が、560～570nmの黄色光を発光する。この時、青色光の一部は蛍光体18に照射されず、そのまま透光性樹脂30を透過し、この透過過程で励起光と混合される。この混合された光は、透光性樹脂30を透過して外部に漏れ出るが、その混合された光は

、人間の目では白色に見え、結果として、LEDランプ10は、白色に発光しているように見える。

【0058】

また、蛍光体18の下面で反射（散乱）した光は、第2のリフレクタ79で上方へ反射され、この反射光の一部は、再び蛍光体18へ照射（再照射）されるが、蛍光体層81が存在する領域は、この蛍光体層81が存在する水平面全体の光透過面積に比べ小さいので、その再照射量は少ない。つまり、第2のリフレクタ79での反射光の多くは、蛍光体層81を避けて透光性樹脂30を介して外部へ出射される。

【0059】

つまり、従来のように青色LEDの周囲に所定の密度で万遍なく蛍光体が存在するタイプのものに比べ、蛍光体による散乱量を減少させることができるので、発光効率を向上させることができる。

【0060】

また、LEDランプ60は、第1のリフレクタ67で反射された後、凹レンズ69で集光された青色光を蛍光体層81に照射する構造としたので、蛍光体層81を透光性樹脂30の全体ではなく特定領域に存在させればよく、これによって蛍光体18の使用量を少量とすることができる。

【0061】

以上説明した他、第1および第2の実施の形態で説明した各々のLEDランプ10, 60に用いた蛍光体18に、現在実用化されている赤・緑・青各色の蛍光体を用いても良い。その各色蛍光体の各々の成分は、次式の通りである。

【0062】

赤蛍光体は、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}$, $\text{Sm}(\text{YOS} : \text{Eu})$

緑蛍光体は、 $3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu}, \text{Mn})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$ ($\text{BAM} : \text{Eu}$, Mn)

青蛍光体は、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{Cl}_2$

また、マウント23に蛍光体18を含有させても良い。蛍光体18を用いたLEDランプは、蛍光体18を用いないLEDランプと比較して光の密度が極端に

高くなる。つまり、青色LED25から放出される光は、蛍光体18を透過しないため、青色LED25で発光された光は、青色LED25近傍に設けられた蛍光体18によって反射され、蛍光体18によって励起された光として等方的に新たに放出され、第1のリフレクタ12又は67によっても反射され、LEDランプの各部分の屈折率の差によっても反射される。そのため、青色LED25の近傍に光が部分的に密に閉じこめられ、青色LED25近傍の光密度が極めて高くなり、LEDランプは高輝度に発光する。

【0063】

青色LED25は等方的に発光し、その光はリードフレーム20又は64でも反射されるため、それらの光がマウント23中を透過するため、マウント23の中は極めて光密度が高い。そこで、マウント23中に蛍光体18を含有させると、青色LED25から発せられるそれらの光はマウント23中の蛍光体18で反射され、また、マウント23中の蛍光体18によって励起された光として等方的に新たに放出される。このようにマウント23にも蛍光体18を含有させると、LEDランプは更に高輝度となる。

【0064】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の発光装置によれば、蛍光体によって観測面側の反対側へ散乱した光を、反射鏡によって観測面側へ反射するようにしたため、光の取り出し効率（発光効率）を向上させることができる。また、発光素子の出射光を集光して集光領域のみに蛍光体を置くようにしたため、蛍光体の使用量を減少することができる。更に、反射鏡に反射される光の一部を蛍光体のない部分から観測面側へ出すようにしたため、光の取り出し効率（発光効率）を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係るLEDランプの構成を示す断面図である。

【図2】

上記第1の実施の形態に係るLEDランプの主要部の構成を示す概略平面透視

図である。

【図3】

LEDランプにおける青色LEDの層構成を示す図である。

【図4】

本発明の第2の実施の形態に係るLEDランプの構成を示す断面図である。

【符号の説明】

10, 60 LEDランプ

11 第1のリフレクタの反射面の環状中心部に盛り上がった円錐の頂点

12, 67 第1のリフレクタ

14, 77 円形平板

16, 79 第2のリフレクタ

18 蛍光体

18a, 81 蛍光体層

20, 21, 64, 65 リードフレーム

23 マウント

25 青色LED

27, 28 ボンディングワイヤ

30 透光性樹脂

32 密の光の反射を示す矢印

33 粗の光の反射を示す矢印

35, 75 透光穴

41 サファイア基板

42 バッファ層

43 n型コンタクト層

44 n型クラッド層

45 MQW活性層

46 p型クラッド層

47 p型コンタクト層

48 p電極

49 n電極

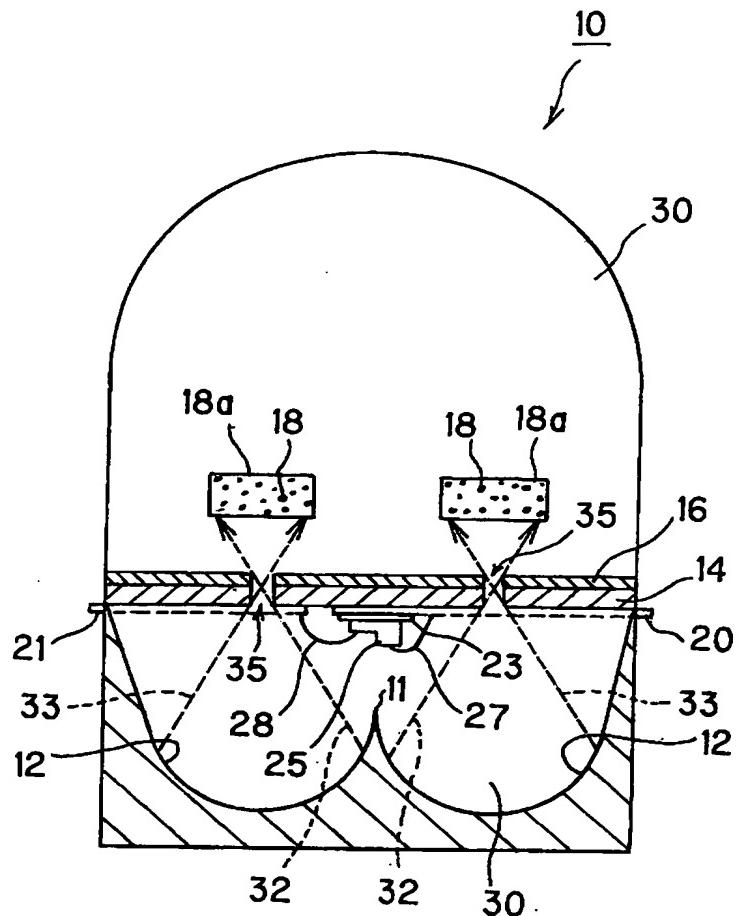
50 透光性電極

69 凹レンズ

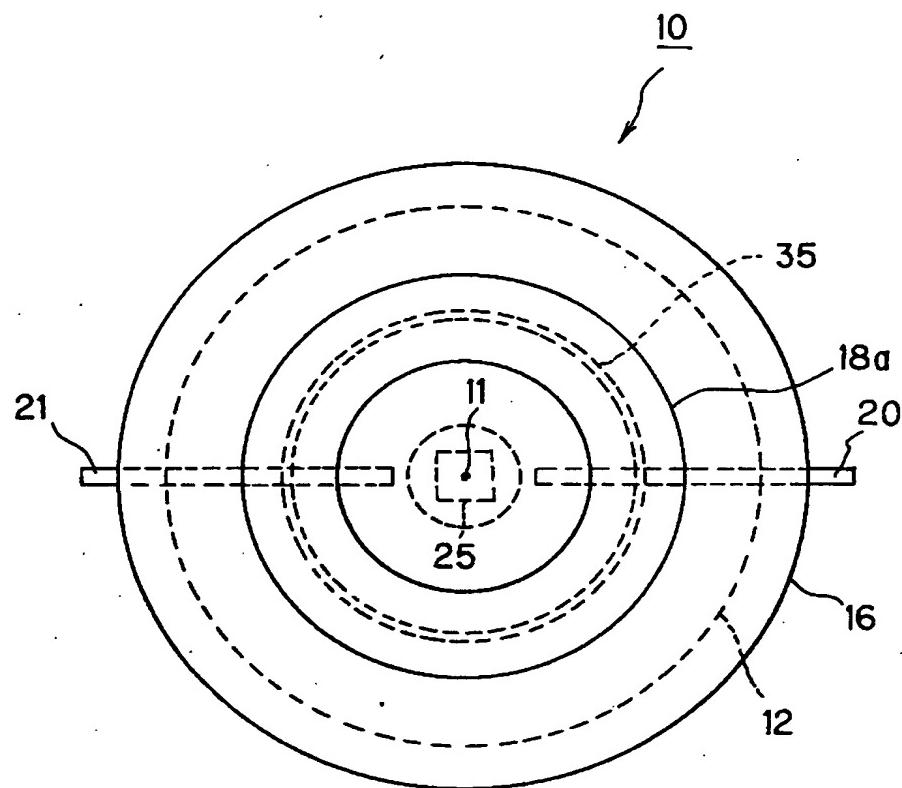
73 凹レンズで集光される光を示す矢印

【書類名】 図面

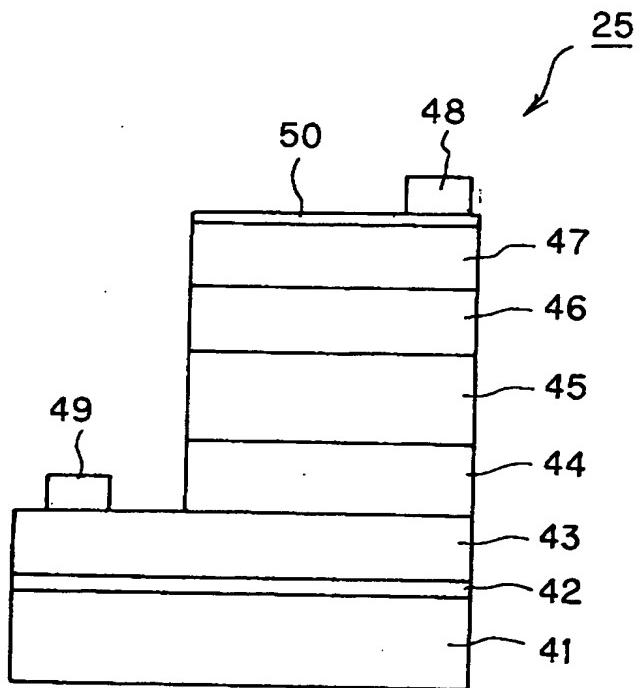
【図1】



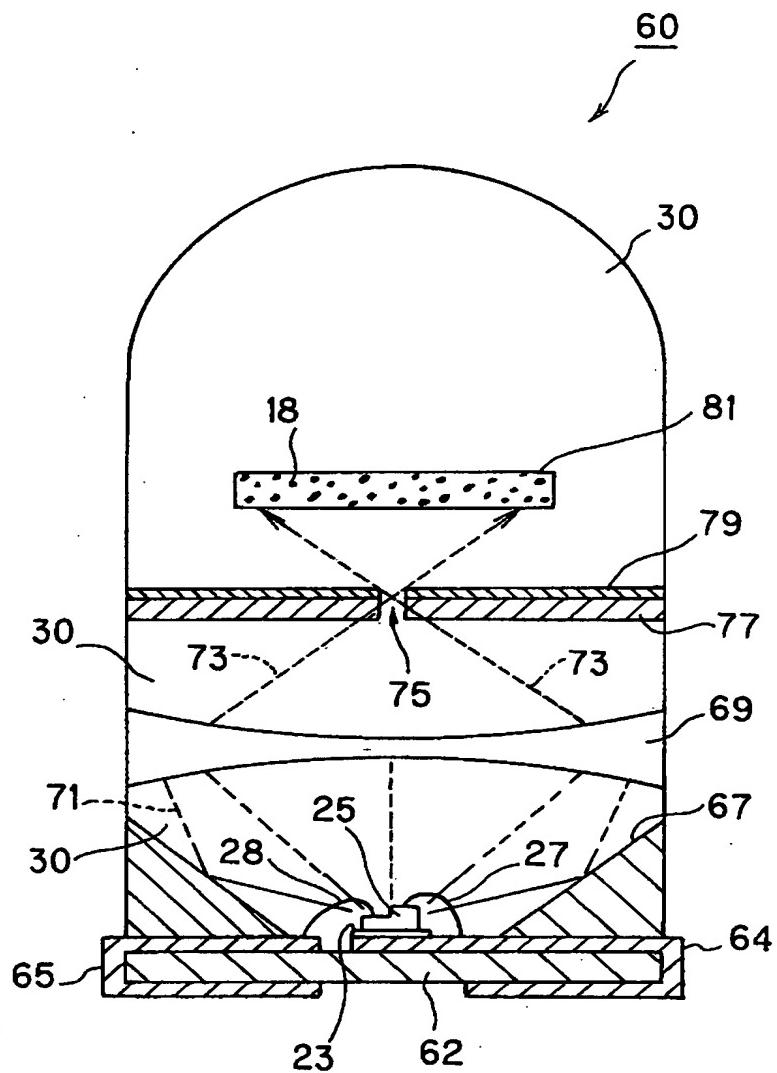
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発光効率を向上させることができる発光装置を提供する。

【解決手段】 第1のリフレクタ12で、青色LED25で発光された光を反射して集光する。この集光された光を、集光位置に設けられた第2のリフレクタ16の透光穴35を介して蛍光体層18aに照射する。蛍光体層18aは、透光穴35を透過した光の一部が照射される透光性樹脂30の特定領域に、蛍光体18を密集させることにより形成されている。蛍光体によって観測面側の反対側へ散乱した光を、反射鏡によって観測面側へ反射するようにした。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000241463]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日

[変更理由] 新規登録

住所 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地
氏名 豊田合成株式会社